蝶と蛾 *Trans. lepid. Soc. Japan* **61** (3): 202–210, Oct 2010

大カフカス山地における*Pieris*属の種間関係

高橋真弓

420-0881 静岡市葵区北安東5-13-11

The inter-specific relationship of the genus *Pieris*, Pieridae, in the Bol'shoy Kavkaz Mountains

Mayumí Takáhashi

5-13-11, Kita-Andô, Aoi-ku, Shizuoka, 420-0881 Japan

Abstract In the Bol'shoy Kavkaz Mountains and their adjacent northern low mountain areas there occur two taxa of the genus *Pieris* (Pieridae), *caucasica* Lorcović and *suffusa* Sheljuzhko. Based on morphological and ecological characteristics, they are here recognized as two good species with the scientific names of *P. bryoniae caucasica* and *P. pseudorapae suffusa*, respectively.

Key words Bol'shoy Kavkaz Mountains, *Pieris*, morphology, ecology, inter-specific relationship.

1. はじめに

1979年7月下旬, 当時のソヴィエト連邦 (現在ロシア連邦) のカラチャイエフスク・チェルケッスク地方に属する大カフカス (コーカサス) 山脈北西部のドンバイDombayとチェベルダTeberdaを中心とする地域で蝶類の採集・調査をおこなった. その成果の一部はすでに木暮 翠氏と共同で1979年の日本鱗翅学会の大会で講演し, また木暮氏はその採集記を報告している (木暮, 1980 a, b).

2008年12月に行われた日本蝶類学会 (フジミドリシジミ *S. fujisanus*) のバタフライ・フォーラムで, 私は上記採集・調査で得られた採集品のリストを示して調査地点別の蝶相の特徴について述べ, さら

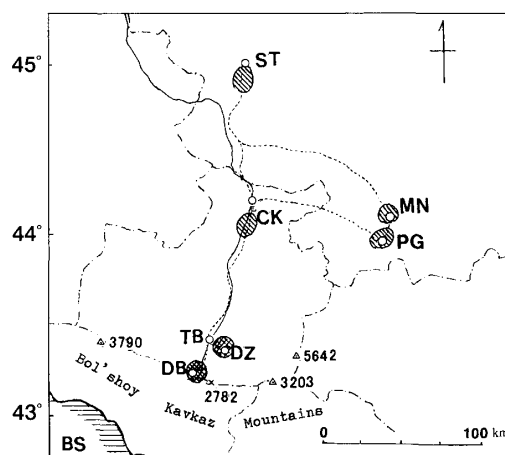
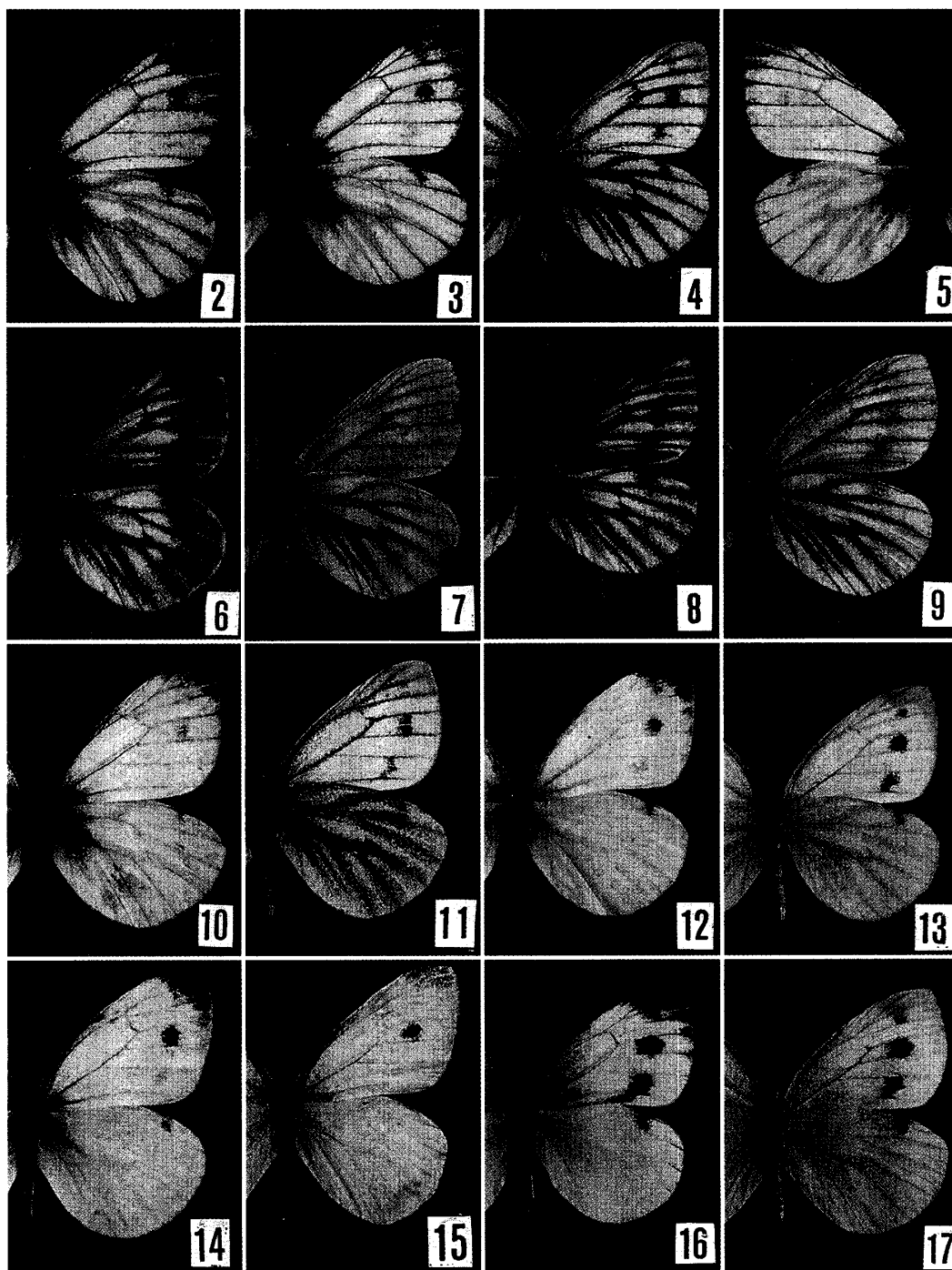



Fig. 1. Distribution area of *Pieris bryoniae caucasica* and *P. pseudorapae suffusa* in the northern Bol'shoy Kavkaz Mountains and their vicinity.

DB: Dombay ドンバイ; TB: Teberda チェベルダ; DZ: Dzhamagat ジャマガート; CK: Cherkessk チェルケッスク; ST: Stavropol' スダヴロポリ; MN: Mineral'nye-Vodyi ミネラリヌィエ-ヴォドゥイ; PG: Pyatigorsk; BS: Black Sea 黒海
▨ *P. bryoniae caucasica*, ▧ *P. pseudorapae suffusa*

Figs 2–9. *Pieris bryoniae caucasica* Lorcović, 1968
(2) ♂, fv. Alibek River (DB), 24 July, FL 24.7mm. (3) ♂, fv. Alibek River (DB), 24 July, FL 24.2 mm. (4) *Ditto*, underside. (5) ♂, fv. Alibek River (DB), 24 July, FL 23.4 mm. (6) ♀, fv. Dzhamagat (DZ), 25 July, FL 24.5 mm. (7) *Ditto*, underside. (8) ♀, fv. Dzhamagat (DZ), 25 July, FL 23.5 mm. (9) *Ditto*, underside.

Figs 10–17. *Pieris pseudorapae suffusa* Sheljuzhko, 1931
(10) ♂, fv. Alibek River (DB), 24 July, FL 24.2 mm. (11) *Ditto*, underside. (12) ♂, fae. Vic. Cherkessk (CK), 23 July, FL 23.6 mm. (13) *Ditto*, underside. (14) ♂, fae. Stavropol' (ST), 27 July, FL 23.8 mm. (15) ♂, fae. Mineral'nye-Vodyi (MN), 28 July, FL 20.9 mm. (16) ♀, fae. Pyatigorsk (PG), 23 July, FL 23.3 mm. (17) *Ditto*, underside.

に *Pieris* 2 種の種間関係についての問題を提起した.

この報文ではこの種間関係についての問題を改めてとり上げ, その根拠について考察し, さらに今後の課題を示すことにしたい.

2. 二つのtaxaの形態的な特徴

Eitschberger (1983) の分類にしたがえば, ドンバイ・チェベルダなど, 大カフカス山脈の内部のみに見られたtaxonは, *Pieris bryoniae caucasica* Lorcović, 1968, この山脈の内部から北方に広がる低地帯にかけて広く見られたtaxonは*P. pseudorapae suffusa* Sheljuzhko, 1931 に分類されることになる.

まず, taxon *caucasica* (Figs 2–9) の形態的特徴はつぎのとおりである.

♂の前翅の翅形に円味が乏しく, 翅端はやや尖る. 前後翅ともにそれらの外半部において表面翅脈上の黒条が発達する.

♀では前後翅ともに表面翅脈上の暗色条がきわめてよく発達し, 前翅第 1b室および第 3 室の暗色斑は大型となり, 翅脈上の暗色条と融合する.

また♂♀ともに後翅裏面の翅脈上の暗色条はよく発達し, それらの輪郭は明瞭である.

これに対して, taxon *suffusa* (Figs 10–17) では, ♂♀とともに*caucasica*に比べて翅形に円味があり, 表面翅脈上の黒色 (暗色) 条が発達せず, とくに夏型ではほとんど消失する.

春型では, 後翅裏面に暗色条が現れるが, *caucasica*とは異なり, それらの輪郭が不明瞭でぼやける. 夏型ではそれらが著しく退化し, 表面・裏面とも外観はモンシロチョウに似る.

前翅中室の発香鱗 (♂) と普通鱗粉 (♀) の形態を示したものが*caucasica*でFigs 18–20, *suffusa*でFigs 21–23, モンシロチョウ *P. rapae rapae* で Figs 24–26 である. 普通鱗粉はそれぞれ相同と思われる長形と短形のものを選んで示した. いずれもそれぞれのtaxonを代表すると思われるものを示したが, 実際にはかなりの個別変異があり, 鱗粉だけで*caucasica*と*suffusa*とを同定することは容易ではない. ただし, モンシロチョウは発香鱗の相対的幅長や本体の首の部分の形によってこれらと異なる特徴をもつとみてよいであろう.

♂交尾器を示したのがFigs 27–28で, 一般的に*caucasica*ではtegumen後端部の亜背面に左右 1 対のこぶ状隆起が現れる傾向がある. またvalvaの形は*suffusa*では相対的に前後に長くなり, phallusのcoecum penisがいくらか幅広くなる傾向を示す.

以上のように両taxaには, 翅形・斑紋, 鱗粉, 交尾器などの形態にいくらかの相違のあることがわかるが, このような差が種の違いを示すのか、あるいは種内の変異幅を示すのかを知るためには, 野外における生態による裏づけがどうしても必要となる.

なお, 両taxaの採集個体の前翅長はTable 1 に示したとおりである. とくに*suffusa* の夏型では山脈北方の低地帯の個体の前翅長が小さくなっていることに注目されたい. これは高温による発育期間の短縮にもとづくものとみられる.

3. 混生地における生活史のずれと行動様式の相違

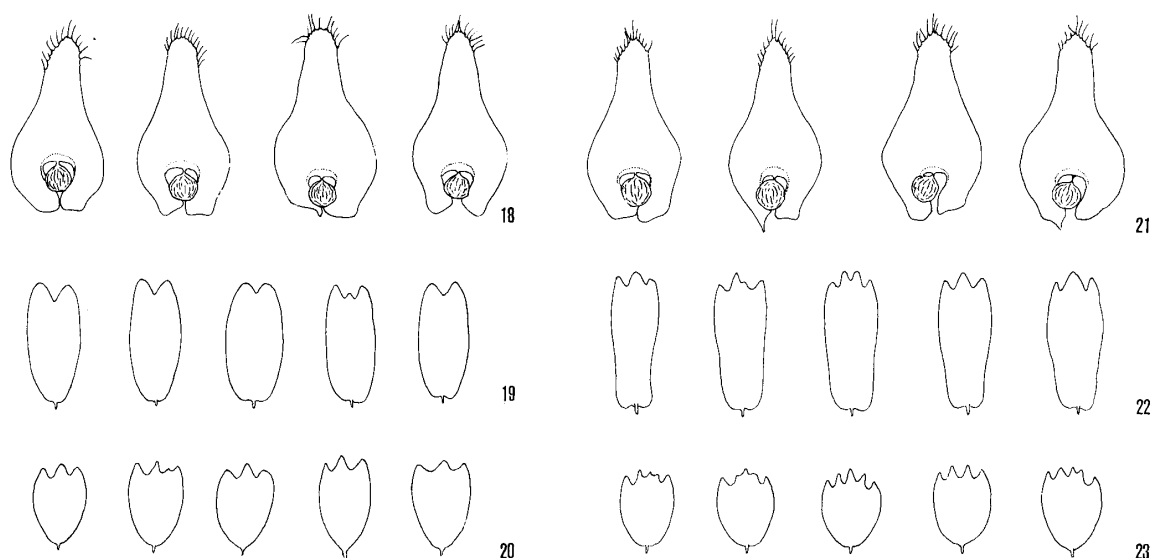
大カフカス山脈内部のドンバイ～アリベク川流域 <標高 1630–2200 m>, チェベルダ～ジャマガート <標高 1300–1800 m> では両taxa, *caucasica* と *suffusa*が混生する.

私たちが調査を行った 7 月下旬では, *caucasica*は羽化の全盛期を過ぎてやや飛び古してはいたが個体数は多かった.

これに対して, *suffusa*では飛び古してはいたが少数の春型と多数の新鮮な夏型が見られ, 両taxaの発生期にずれのあることは明らかであった.

Table 1. Forewing length of *Pieris bryoniae caucasica* and *P. pseudorapae suffusa* in Dombay-Alibek River, Teberda-Dzhamagat and northern lowland of Bol'shoy Kavkaz Mountains.

Taxa	Seasonal form*	sex	Average forewing length ± SE (mm)		
			Dombay - Alibek R.	Teberda - Dzhamagat	Northern lowland of B. Kavkaz Mts.
P. bryoniae		♂	24.5±0.32 (*n*=31)	24.4±0.42 (*n*=38)	—
caucasica		♀	22.8±1.14 (*n*=6)	23.4±0.39 (*n*=19)	—
P. pseudorapae	fv.	♂	23.8±0.94 (*n*=7)	22.6±0.82 (*n*=5)	—
suffusa		♀	22.6 (*n*=1)	—	—
	fae.	♂	25.8±0.93 (*n*=6)	24.4±0.39 (*n*=27)	23.3±0.81 (*n*=18)
		♀	24.7±0.82 (*n*=3)	23.9±0.40 (*n*=7)	22.8±0.53 (*n*=15)

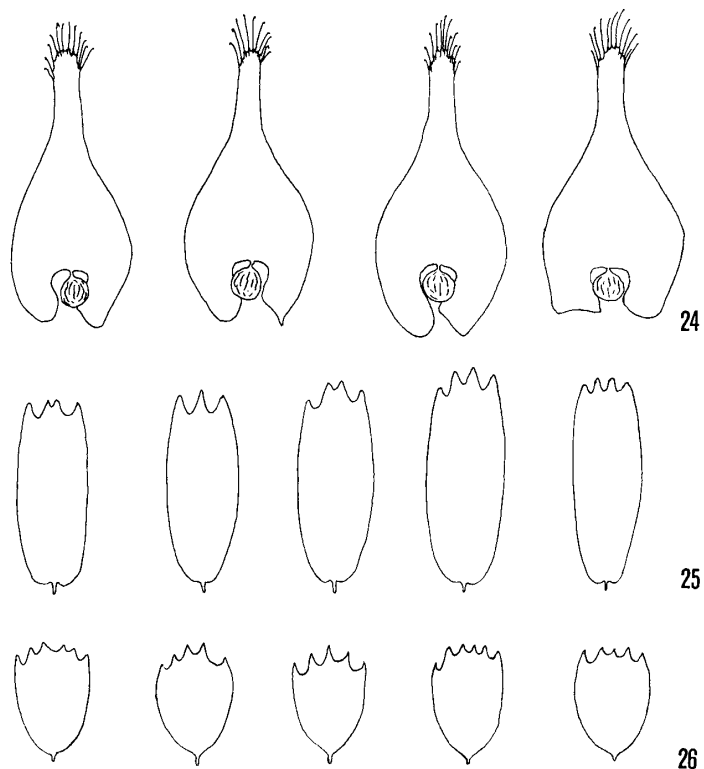
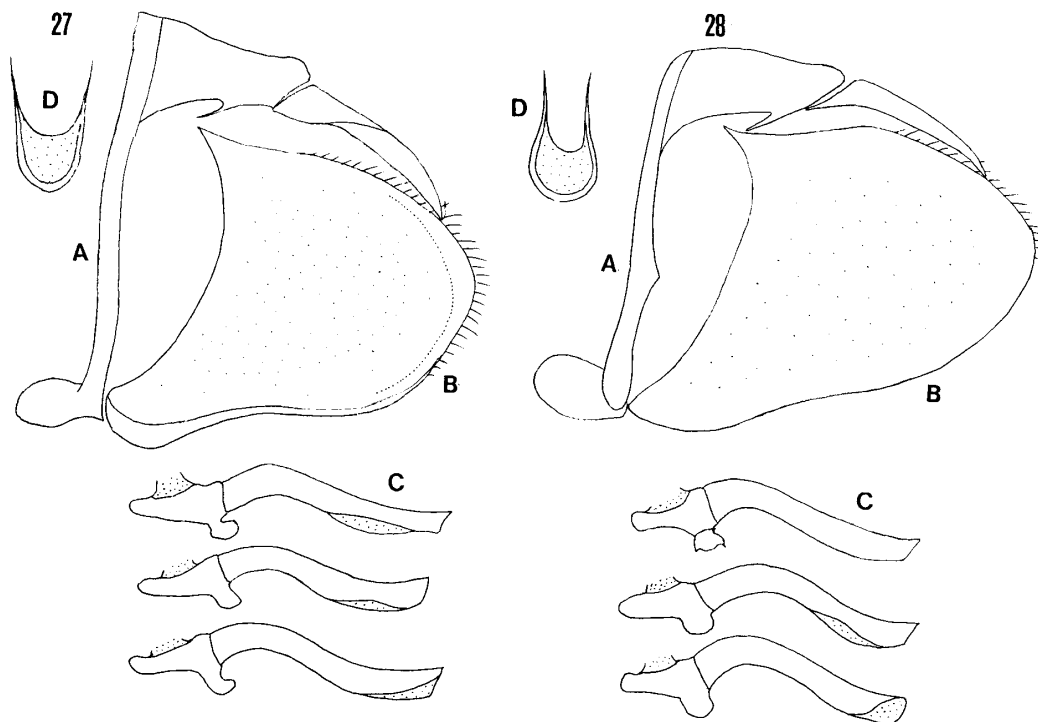
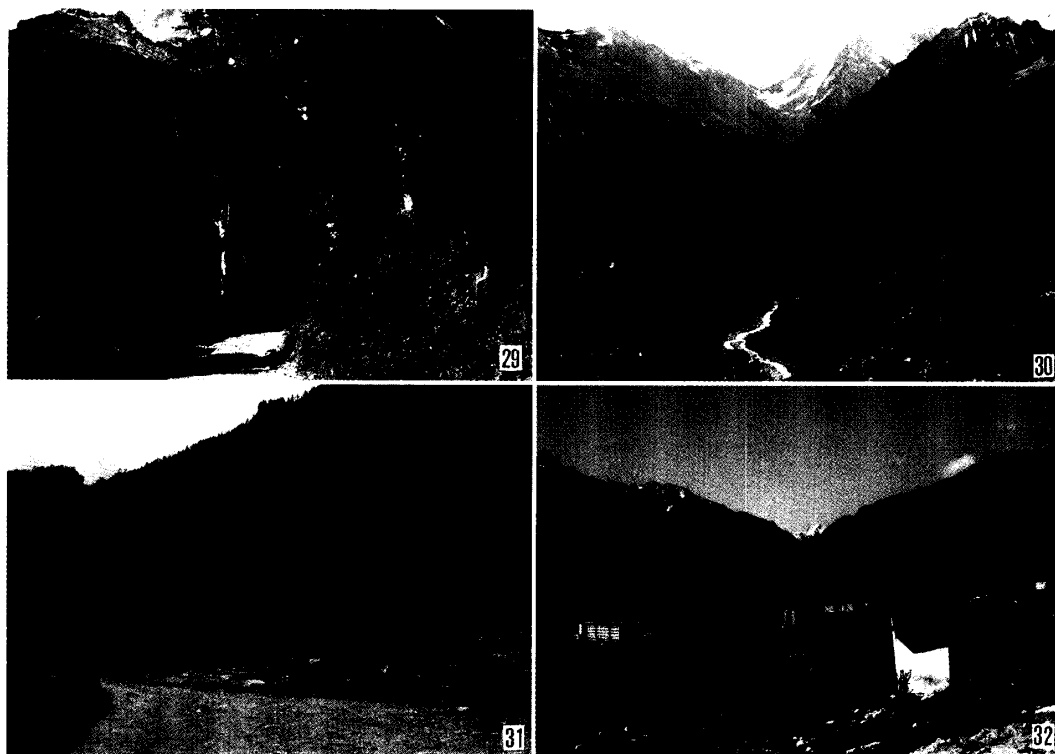
*fv.: spring form; fae.: summer form

Figs 18–20. Scales of *Pieris bryoniae caucasica*.
(18) Androconia of male. (19) Normal scales (long shaped) of female in FW cell. (20) Normal scales (short shaped) of female in FW cell.
Figs 21–23. Scales of *Pieris pseudorapae suffusa*.
(21) Androconia of male. (22) Normal scales (long shaped) of female in FW cell. (23) Normal scales (short shaped) of female in FW cell.

混生地において両taxaの飛び方を観察すると, 両者のあいだに明らかな飛び方の違いがあることがわかった. *caucasica* は, ちょうど日本のツマキチョウのように, 地上1～1.5 mぐらいの高さを保って, ほぼ水平に安定した飛び方を示すが, *suffusa*の方は地上1 m以下を左右上下に位置変化をしながら, モンシロチョウのような不安定な飛び方をするのである. すなわち両者には行動様式に明らかな差のあることを示した.

このような生活史と行動様式の相違は, 両者の生態が質的に異なっていることを意味していると思う.

4. 二つのtaxaは同種か別種か

ここでは*caucasica*をヤマスジグロチョウ, *suffusa*をニセモンシロチョウとして論議を進める.

前項で述べた大カフカス山脈の両者の混生地における観察結果から, つぎの三つの可能性を検討する.

Figs 24–26. Scales of *Pieris rapae rapae*.
(24) Androconia of male. (25) Normal scales (long shaped) of female in FW cell. (26) Normal scales (short shaped) of female in FW cell.

Figs 27–28. Male genitalia of *Pieris* spp. in surveyed area.
(27) *Pieris bryoniae caucasica*. (28) *Pieris pseudorapae suffusa*. A: Ring; B: Inner aspect of valva; C: Lateral aspect of phallus; D: Juxta.

Figs 29–32. Habitats of *Pieris bryoniae caucasica* and *P. pseudorapae suffusa* in northern Bol'shoy Kavkaz Mountains and their vicinity.
(29) Vicinity of Dombay (1650–1700 m) where *Pieris bryoniae caucasica* and *P. pseudorapae suffusa* inhabit.
(30) Along the Alibek River (1800–2000 m) where mainly *Pieris bryoniae caucasica* inhabits.
(31) Vicinity of Dzhamagat where *Pieris bryoniae caucasica* and *P. pseudorapae suffusa* inhabit.
(32) Vicinity of Cherkessk (500–700 m) where *Pieris pseudorapae suffusa* exclusively inhabits.

①両者は同一種内の地理的変異(亜種)である.

たとえば, Gorbunov (2001) は両者をセイヨウスジグロチョウ(新称) *Pieris napi*の亜種*dubiosa* Röber, 1907に含まれるものとして扱っている. またNekrutenko (1990) はカフカス産のものを*Pieris* (*Artogeia*) *napi suffusa*とし, "いろいろなタイプの地形(景観)に応じてそれぞれの生態的な型を表わす"として, 二つのtaxaを同一種の種内変異としている.

たとえヤマスジグロチョウとニセモンシロチョウが亜種関係であるとしても, 両者はひとつの種の内部の変異であるから, 混生地において両者は自由に交配し, 中間型を介して形質的に融合してしまうはずである.

しかし, すくなくとも私が実際に調査した両者の混生地では, 両者は形態的・生態的に分離し, 質的に異なった存在のしかたを示しているので, 両者は同一種内の地理的変異ではありえないと考える.

②両者は同一種内の遺伝型である

ヤマスジグロチョウとニセモンシロチョウは, それぞれ多くの個体変異を含んでいるが, これらはいずれも同じtaxon内の変異であり, 前者から後者が, または後者から前者を, それぞれ中間型を含みながら生ずるという現象は, 採集個体からみて認められない. したがってこれも否定される.

③両者はたがいに独立種である

二つのtaxaの間に見られる形態の相違, 混生地における発生期のずれと行動様式の相違からすれば, ヤマスジグロチョウとニセモンシロチョウは同一種内の変異ではなく, たがいに独立した種である可能性が高いと考えることができる.

5. 学名はどうなるのか

(1) ヤマスジグロチョウ

Pieris bryoniae caucasica Lorcović, 1968 とする.

Taxon *bryoniae*がセイヨウスジグロチョウ*Pieris napi*の亜種であるのか独立種であるかについては, 最近の文献の多くは独立種とする見解が多数を占めている.

Eitschberger (1983), Schweitzrischer Bund für Naturschutz (1987), Ebert (1991), Hesselbarth (1995), Tolman (1997), Tuzov *et al*. (1997), Tshikolovets (2003)などがその例である. これらは両者間の形態的・生態的な差があること, ある個体群間における雑種の妊性が低いこと, などをその根拠にしている.

これに対して, 両者を同一種内の変異とするものにはD'Abrera (1990) やGorbunov (2001) などがあるが, これらはむしろ"少数派"である.
変異としている.

たとえヤマスジグロチョウとニセモンシロチョウが亜種関係であるとしても, 両者はひとつの種の内部の変異であるから, 混生地において両者は自由に交配し, 中間型を介して形質的に融合してしまうはずである.

しかし, すくなくとも私が実際に調査した両者の混生地では, 両者は形態的・生態的に分離し, 質的に異なった存在のしかたを示しているので, 両者は同一種内の地理的変異ではありえないと考える.

私はとくに両者間の不妊の問題を考慮して, *bryoniae*を*napi*から独立した種として認め, カフカス北西部を基産地する*caucasica* Lorcović, 1968 を*bryoniae*の亜種として採用したい.

(2) ニセモンシロチョウ

Pieris pseudorapae suffusa Sheljuzhko, 1931 とする.

Taxon *suffusa* はアゼルバイジャン産に与えられたものであるが, シリアのベイルートから記載された*pseudorapae* Verity, 1908 の範囲内に含まれるので (Eitschberger, 1983) , *suffusa*を*pseudorapae*の亜種とする. このように考えると, 和名ニセモンシロチョウはtaxon *pseudorapae*全体を指すことになる.

ここで, この*pseudorapae*をセイヨウスジグロチョウの亜種にするか, それとも独立種とするかが問題となる.

これまでの多くの文献ではニセモンシロチョウを*P. napi*の種内変異とするものが多く見られ, Larsen (1974), Hesselbarth *et al*. (1995), Gorbunov (2001), Tshikolovets (2003)などがそれに当たる. それらの中で, Larsen (1974)とGorbunov (2001)は*pseudorapae*を*P. napi*の亜種*dubiosa* Röber, 1907 の中に含めている.

これに対して, taxon *pseudorapae*ニセモンシロチョウを独立種としたものには, Eitschberger (1983), Tuzov *et al*. (1997)があり, またPamperis (1997)はギリシャ産のものを*Pieris balcanica*とし, それはしばしば*pseudorapae*または*meridionalis*とされると述べている. その中でとくに注目されることは, 一部の地域で*napi*とこの*balcanica*が混生し, たがいに交雑しないと記述していることである.

私はとくに上記の見解を重視し, ニセモンシロチョウ*pseudorapae*とセイヨウスジグロチョウ*napi*とは別種であるとする説をとることにする.

6. 今後の問題

これまで述べたように, *Pieris*属の二つのtaxa, *bryoniae*と*pseudorapae*は, いずれも基本的に独立種と考えられるが, これをさらに確かめるためにつぎの問題について検討する必要がある.

Fig. 33 は*napi* = N, *bryoniae* = B. *pseudorapae* = Pの三者の関係を示している. すなわちBとPとがNを介して連続している (生殖的隔離がない) 可能性があるかどうかということである.

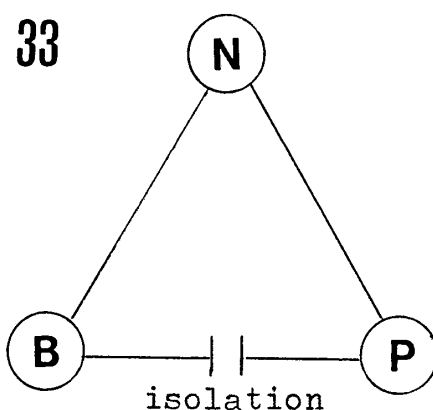



Fig. 33. Relationship among the three taxa of *Pieris* and isolation.
N: *napi*; B; *bryoniae*; P: *pseudorapae*.

もしBとN, NとPとの間に生殖的隔離がまったく存在せず, 混生地において自由に交雑し, しかも中間型を介して完全に融合してしまうならば, B, N, Pを一つの種の中の変異とする考え方が妥当であろう.

しかし, 前述のように, BとN, およびNとPとの間に, 少なくとも部分的に生殖的隔離のあることが知られており, B, N, Pが一つの種を構成する可能性はむしろ低いものと考えられる.

今後の課題のまず第一は, 上記三者の間の生殖的隔離を野外観察と交雑実験によってさらに多くの事例によって証明すること, その第二はDNAの塩基配列調査の結果がこの事実とどのように一致し, または矛盾するのかを確かめ, 改めて自然界における"種"のあり方を追求していくことであると思う.

7. 謝　辞

この報告に当たり, 採集された標本の調査に多大のご協力をいただいた鈴木英文, 諏訪哲夫, 北条篤史の各氏, および現地調査において何かとお世話になった隊長の木暮　翠氏, 隊員の平井克男, 平野裕一・聡子氏ご夫妻, 福井順治の各氏, 通訳の実藤正義氏, さらに現地の国立公園管理官のLarissaさん, 旅行添乗員のIrinaさんに厚くお礼を申しあげる.

8. 要　約

(1) 大カフカス山脈とその北方低地帯における*Pieris*属の二つのtaxa, *caucasica*と*suffusa*の分類学上の階位について考察した.

(2) 調査地域において, taxon *caucasica*は大カフカス山脈の渓谷地帯に限られた分布を示すが, taxon *suffusa*は上記の渓谷のみではなく, この山脈北側の低地帯にも広く分布する.

(3) 二つのtaxaは翅形, 翅斑, 鱗粉や♂交尾器などの形態的特徴がたがいに異なり, また両者の混生地では生活史や行動様式などの生態的特徴に明らかな差が見られる.

(4) 二つのtaxaはたがいに独立した別種と考えられ, 学名と和名はつぎのようになる.

Pieris bryoniae caucasica Lorcović, 1968.
　ヤマスジグロチョウ

P. pseudorapae suffusa Sheljuzko, 1931.
　ニセモンシロチョウ

引用文献

D'Abrera, B., 1990. Butterflies of the Holoarctic Region, I, 185 pp., Hill House, Victoria.
Ebert, G., 1991. Schmetterlinge Baden-Württembergs, I. 552 pp. Eugen Ulmer Verlag, Stuttgart.
Eitschberger, U., 1983. Systematische Untersuchungen am *Pieris napi bryoniae*-Komplex (*s. l.*), (Lepidoptera, Pieridae), I, 504 pp; II, 600 pp. DFZS, Marktleuten.
Gorbunov, P., 2001. The butterflies of Russia, classification, genitalia, keys for identification, 320 pp. "Thesis", Ekaterinburg.
Hesselbarth, G. *et al.*, 1995. Die Tagfalter der Türkel, II, 847 pp. Selbstverlag Sigbert Wagener, Bocholt.
Larsen, T. B. 1974. Butterlies of Lebanon, 255 pp. National Council for Scientific Research, Beirut.
Nekrutenko, Y. P., 1990. Diurnal butterflies of the Caucasus, 214 pp. Naukova Dumka, Kiev.
Pamperis, L. N., 1997. The butterflies of Greece, 559 pp. Bautas-Plessas, Athens.
Schweitzerischer Bund für Naturschutz, 1987. Tagfalter und ihre Lebensräume, 516 pp.
Tolman, T., 1997. Butterlies of Britain & Europe, 320 pp. Collins, London.
Tshikolovets, V. V., 2003. Butterflies of Eastern Europe, Urals and Caucasus, 176 pp. Konvoj, Czch. Rep.
Tuzov, V. K., 1997. Guide to the butterflies of Russia and adjacent territories, I, 480 pp. Pensoft-Sofia, Moscow.

Summary

1. I discuss the taxonomic ranks of two taxa, *caucasica* and *suffusa*, belonging to the genus *Pieris* (Pieridae) from the Bol'shoy Kavkaz Mountains and their vicinity.

2. In the area surveyed, *caucasica* is distributed only along valleys in the mountains, while *suffusa* occurs not only in the valleys above mentioned but also in the northern low land of that mountains.

3. They differ in wing pattern, and in morphology of scales and male genitalia; moreover, in the areas where they fly together, they also show obvious differences in ecological characteristics such as life history and behaviour.

4. The two taxa should be treated as two different species and their scientific names are established as follows:

Pieris bryoniae caucasica Lorcović, 1968.

P. pseudorapae suffusa Sheljuzko, 1931.

(Received March 9, 2009. Accepted June 30, 2010)

Published by the Lepidopterological Society of Japan,
5-20, Motoyokoyama 2, Hachioji, Tokyo, 192-0063 Japan